

Technik in der Rinderhaltung

Heinz Bernhardt

Kurzfassung

Die Digitalisierung hat als Megatrend auch die Milchviehhaltung ergriffen. Für die Betriebe prägt sie sich in der Automatisierung, der Sensorik und dem Datenmanagement aus. Bei der Automatisierung ist die Melktechnik Vorreiter und bietet inzwischen für alle Betriebstypen und -größen verschiedene Konzepte an. Bei Fütterungs- und Reinigungstechnik ist eine ähnliche Entwicklung zu erwarten. Im Bereich der Sensorik gibt es eine Vielzahl von Anbietern mit verschiedensten Systemen. Hier wird sich zeigen, was sich langfristig etablieren wird. Das Datenmanagement ist in der Milchviehhaltung noch entwicklungsfähig. Besonders über System- und Firmengrenzen hinweg gibt es hier kaum Angebote. Die Umsetzung der Systeme in der Praxis wird dabei von den stark schwankenden Milchpreisen nach dem Auslaufen der Quote und den unstrukturierten Anforderungen der Gesellschaft an die Milchviehhaltung beeinflusst.

Schlüsselwörter

Milchvieh, Melken, Kälberhaltung, Automatisierung, Sensoren, Datenmanagement

Machinery and Techniques for Cattle Husbandry

Heinz Bernhardt

Abstract

Digitization has also taken dairy farming as a megatrend. For farms, it is characterized by automation, sensor technology and data management. Milking technology is a pioneer in automation and now offers different concepts for all types and sizes of farms. In feeding and cleaning technology, a similar development is expected. In the field of sensors, there are a large number of providers with a wide range of systems. Here will show what will establish long term. Data management is still viable in dairy farming. There are hardly any offers, especially over system and company borders. The implementation of the systems in practice is influenced by the strongly fluctuating milk prices after the quota has expired and the unstructured demands of society on dairy cattle husbandry.

Keywords

Dairy cow, milking, calf breeding, automation, sensors, data management

Allgemeine Rahmenbedingungen

Der Strukturwandel in der Milcherzeugung hat sich nach dem Auslaufen der Milchquote beschleunigt. Die starken Preisschwankungen und besonders die extrem niedrigen Preise in 2016 haben diese Entwicklung noch verstärkt. Besonders in kleinstrukturierten Gebieten in West- und Süddeutschland kam es vermehrt zu Betriebsaufgaben. Durch Maßnahmen der Milchmengenregulierung konnte ein weiteres Ansteigen der Milchmenge in 2017 abgebremsst werden. Nach deren Auslaufen ist aber 2018 bereits wieder ein leichter Mengenanstieg zu beobachten. [1; 2] Der Milchpreis für konventionelle Milch schwankt 2017/2018 im Bereich von 32 bis 38 €/100 kg Milch. Beim Markt für Milch aus biologischer Erzeugung sind diese Schwankungen nicht zu beobachten. Dieser ist relativ konstant auf 48 €/100 kg Milch. [3] Dies führt zu einer vermehrten Umstellung von Betrieben auf Bio-Milch Produktion, was aber bereits zu ersten Problemen beim Absatz dieser Mehrmenge an Molkereien führt. [4]

Die gesellschaftliche Diskussion um Tierwohl und Nachhaltigkeit bestimmt auch immer mehr die strukturelle und technologische Entwicklung der Milchviehhaltung. Ein Beispiel dafür ist die Volksabstimmung in der Schweiz über Prämien für Landwirte, die ihre Kühe nicht enthornen. Die Volksabstimmung war zwar nicht erfolgreich, dies dürfte aber eher an den zusätzlichen Kosten für die Prämien als an der Enthornungsfrage an sich gelegen haben. [5; 6] Bei den Rahmenbedingungen der Milchproduktion ist zu beobachten, dass diese immer mehr vom Handel und Nichtregierungsorganisationen (NGOs) bestimmt werden. Die gentechnisch veränderte Organismen (GVO)-freie Milchproduktion setzt sich durch Impulse des Handels immer stärker durch. [7; 8] Auch die weitere Zulassung des Pflanzenschutzmittels Glyphosat durch den Gesetzgeber 2018 wird von Handel und Molkereien konterkariert und das Anwendungsverbot von Glyphosat kurzfristig in die Lieferbedingungen aufgenommen. Das Mittel spielt zwar im Futterbau für Milchkühe nur eine untergeordnete Rolle, zeigt aber einen andauernden Trend. [9; 10] Ähnliches könnte sich möglicherweise im Bereich der Anbindehaltung von Milchkühen ergeben, wo mehrere Handelsketten aktuell die Situation abfragen. [11; 12]

Melktechnik

Automatische Melksysteme haben sich nun weitestgehend in allen Betriebstypen und -größen etabliert. [13; 14] Sie laufen von der Einboxenanlage in ökologischen Milchviehbetrieben mit intensiver Weidehaltung [15], bis zu Melkrobotern in Karussellmelkständen in Großanlagen. Der wichtigste Punkt für diese weite Verbreitung ist die Veränderung der Arbeitsorganisation. [16; 17] Bei der anfänglich bestehenden Diskussion über eine Veränderung der Milchstruktur zeigt sich, dass dies mehr vom Management als der Technik abhängt. [18; 19]

Mit dem Batch Milking System steht nun mittleren bis großen Betrieben ein weiteres Verfahren des automatischen Melkens zur Verfügung. [20] Dabei werden Tiergruppen zu festen Zeiten von mehreren Melkrobotern autonom gemolken. Die Tiere werden dabei in einem kreisförmigen Wartebereich auf sternförmig angeordnete Melkroboter aufgeteilt. Das System

vereint Vorteile des konventionellen gruppenorientierten Melksystems mit festen Melkzeiten, mit der Arbeitskräfteentlastung und Automatisierung von Melkrobotern. [21]



Bild 1: BatchMilking System Lemmer-Fullwood [22]

Figure 1: BatchMilking System Lemmer-Fullwood [22]

Die Vorteile, die die Digitalisierung auch in der Melktechnik bietet, zeigen sich an folgenden Beispielen. Im Milchmengenmessgerät SmartFlow von Nedap wird der Milchfluss digital und störungsfrei erfasst und die Daten werden kabellos über UHF-Funkverbindung versendet. Mögliche Störquellen der klassischen Technik sind damit beseitigt. [23; 24] Das System Dairymaster Mission Control steuert die Geschwindigkeit des Melkkarussells auf Basis tier- und prozessindividueller Daten. Dabei wird aufgrund der Melkhistorie jeder einzelnen Kuh die zu erwartende Milchmenge kalkuliert und mit der Restmelkzeit der bereits auf dem Karussell befindlichen Kühe verrechnet. Durch mathematische Modelle der künstlichen Intelligenz wird dabei die Karussellgeschwindigkeit selbstlernend optimiert und die Daten für weitere Auswertungen durch den Landwirt dokumentiert. [23; 25]

Eine Optimierung im Arbeitsmanagement stellt das Melkzeug DeLaval Eanza da. Der regelmäßige Wechsel der Sitzengummis ist aufwendig und nimmt entsprechend Zeit in Anspruch. Der Vorteil des neuen Systems besteht darin, dass die Sitzengummis und Melkbecher zu einem Kartuschensystem zusammengefasst wurden. Der Wechsel ist dadurch einfacher und für das Melkzeug wird ein Kreislauf-Recycling-System angeboten. [23; 26]

Eine sehr interessante Weiterentwicklung in der Produktionskette Milch stellt der Orbiter von Lely da. Es handelt sich dabei um eine Kleinmolkerei, die auf dem Milchviehbetrieb direkt an das automatische Melksystem angekoppelt werden kann. Der Container ist mit Separator,

Pasteur und einer vollautomatischen Flaschenabfüllanlage ausgestattet. So kann tier- und gemelkindividuell die Milch erfasst und verarbeitet werden. Auf Seiten der Vermarktung ist somit die Milch einer individuellen Kuh oder nach speziellen natürlichen Inhaltsstoffen wie z.B. viel Eiweiß und wenig Fett möglich. Der aktuelle Prototyp hat eine Tageskapazität von 10 000 Litern. [27; 28]



Bild 2: Lely Orbiter [27]

Figure 2: Lely Orbiter [27]

Fütterungstechnik

Bei der automatischen Fütterungstechnik sind zwei Richtungen zu beobachten: Zum einen die fest gebundenen Systeme, die über Bänder oder Schienen laufen, und die frei navigierenden Systeme. Bei den frei navigierenden Systemen werden Laser, Stereokamera, Infrarot und Radar zur Umgebungserkennung und Einordnung in die Navigationsumgebung eingesetzt. Besonders Radar bietet hier einige Vorteile für die spezielle landwirtschaftliche Umgebung. [29; 30]

Bei der Entwicklung autonomer Fahrzeuge in der Landwirtschaft sind ähnliche Probleme wie bei der allgemeinen Entwicklung von autonomen Fahrzeugen zu beobachten. Für das notwendige Sicherheitssystem sind kaum allgemeine und umsetzbare Regelungen vorhanden. Kleine und mittlere Systeme in Stallanlagen werden meist als unproblematisch gesehen. Das Fahren über Freiflächen wird wegen der größeren Anzahl an externen Einflussfaktoren bereits kritischer gesehen. Für das Arbeiten im Freien sind erste Sicherheitskonzepte vorhanden, hier ist aber noch nicht geklärt, ob diese auch ausreichen. [31 bis 33]

Mit dem Lift von Wasserbauer steht ein solches System zur Verfügung, das die selbstständige Entnahme im Fahrsilo für automatische Fütterungssysteme ermöglicht. Dabei wird nicht wie bei bisherigen Systemen das gesamte Fahrsilo als Gefahrenbereich überwacht und gesperrt, sondern nur der direkte Entnahmebereich. [23; 34]

Elektrische Antriebssysteme für selbstfahrende Futtermischwagen und Futterentnahmesysteme verbreiten sich auch im Markt, besonders in Bezug auf die Eigenstromnutzung oder die Vermeidung von Emissionen in geschlossenen Stallanlagen sind sie für Landwirte interessant. [35; 36]

Sonstige Stalltechnik

Reinigungstechnik

Der MultiRob von Prinzing stellt eine Weiterentwicklung der Stallreinigungstechnik dar. Mit ihm gelingt es, Hochliegeboxen zu reinigen und zu pflegen. Dabei erkennt ein Sensor, ob die Hochbox belegt ist. Ist die Box frei, wird ein Rundbesen ausgeschwenkt, der den hinteren Bereich der Box abkehrt und damit reinigt. Danach kann über ein Dosiersystem neues Einstreumaterial eingebracht werden. [37; 38]



Bild 3: Multi-Rob von Prinzing [38]

Figure 3: Multi-Rob von Prinzing [38]

Energiemanagement

Durch die durchgängige Automatisierung in der Milchviehhaltung spielt das Energiemanagement eine immer entscheidendere Rolle. Bei autonomen Systemen müssen diese immer ausreichend mit Energie versorgt werden. Die Entwicklung führt auch zu einer Veränderung des Energiebedarfes. In klassischen Systemen tritt immer zu Melk- und Fütterungszei-

ten eine entsprechende Leistungsspitze auf. Diese sind nun über den ganzen Tag verteilt. Dies macht es möglich, auch regenerative Energiesysteme für den Betrieb zu nutzen. [39; 40]

Es zeigt sich dabei, dass die 15 Minuten Lastintervalle deutlich zu grob für die Regelung des Energiebedarfs sind. Spitzenströme beim Anlaufen der Maschinen werden dabei kaum berücksichtigt. Neuere Untersuchungen arbeiten deshalb im Minuten- oder besonders zur Analyse von Anlaufströmen größerer Verbraucher im Sekundentakt. [41 bis 43]

Neben dem Energieverbrauch im Stall spielt auch der Gesamtenergieverbrauch bei der Erzeugung und Verarbeitung von Milch eine immer entscheidendere Rolle. Über den Carbon Footprint ist dies ein entscheidender Faktor in der Diskussion zur Nachhaltigkeit der Milchproduktion. Analysen der Transportlogistik der Milch zur Molkerei zeigen hier durch moderne Simulationstools noch erhebliche Einsparpotentiale. [44 bis 46]

Stalleinrichtungen

Nachdem in den letzten Jahren Fressgitter in Laufställen häufig als unnötig angesehen wurden, verbreiten sie sich nun bei Neubauten als Möglichkeit der Arbeitszeitoptimierung in größeren Beständen wieder mehr. [47]

Mit einem Sensor am Arretierungshebel des Selbstfangfressgitters wird das Fressgitter dabei in das Smart Dairy Farming eingebunden. Der Sensor überwacht die verstrichene Zeit mit geschlossenem Arretierungszustand am Fressgitter und alarmiert nach vorgegebenen Zeitstufen das Stallpersonal durch Zuschaltung einer Warnleuchte, eines akustischen Signals und per Kurznachricht auf das Smartphone des Herdenmanagers. Somit können Tiere nicht mehr vergessen werden und ein unnötiges fixieren wird vermieden. [23; 48]

Auch in Richtung Tierwohl geht ein anderes Fressgitterkonzept, bei dem die Lagerung des Schwenkstabes sowie der Schwenker in seiner horizontalen Lage verschoben wird. Es ergibt sich daraus auf der gesamten Höhe ein deutlich größerer Sicherheitsauslass und eine tiergerechtere Öffnungsweite von 36 cm. Dies erlaubt der Kuh mehr Bewegungsfreiheit beim Fressen und eine leichtere Befreiung von festliegenden Kühen. [23; 49]

Sensorik Milchvieh

Die Sensorik in der Milchviehhaltung ist ein Bereich, der kontinuierlich wächst. Informationen zum Tier werden dabei sowohl für das Betriebsmanagement, als auch zur Dokumentation des Tierwohls und der Produktqualität benötigt. Besonders das Gesundheitsmanagement steht dabei aktuell im Fokus. [50 bis 59]

Bei Gesundheitssensoren wird an verschiedenen Ansätzen am Tier gearbeitet. Eine Einteilung kann nach dem Platzierungsort des Sensors vorgenommen werden. Bei den Pansen-sensoren (Bollie) zeigt sich, dass hier die Langlebigkeit der entscheidende Faktor ist, da diese nicht ausgetauscht, sondern nur ersetzt werden können. Der smaXtec 360 verzichtet zum Vorgängermodell auf die pH-Wert Messung und ermittelt vergleichbare Gesundheitsaussagen über Beschleunigungs- und Temperatursensoren. Das System ist dadurch stabiler und durch den geringeren Energieverbrauch sicherer über drei Jahre einsatzfähig. [60]

Bei den Ohrmarkensensoren entwickelt sich besonders die Auswertungssoftware weiter. Wenn bisher meist nur einzelne Faktoren, wie Bewegung, Temperatur oder Ortung im Sensor abgefragt wurden, werden nun die einzelnen Faktoren miteinander verrechnet und tiefgreifendere Aussagen wie z.B. Geburtstermine getroffen. [61; 62]

Die Verbreitung von Smart Farming im Gesundheitsmonitoring von Kühen zeigt sich auch im Bereich der Fiebermessung bei Milchkühen und Kälbern. Aktuell werden hier häufig die Werte händisch dokumentiert, was besonders bei größeren Betrieben mit mehreren Mitarbeitern zu Fehlerquellen führt. Hier werden nun mehrere Systeme angeboten, die das Tier über RFID oder Bluetooth identifizieren, die Messungen dokumentieren und in Herdenmanagementsysteme weiterleiten können. [63; 64]

Beim Gesundheitsmonitoring des Euters geht der Trend zur viertelindividuellen Analyse. Der Zellzahlsensor DairyMilk M6850 von GEA zum Beispiel ermöglicht eine wirksame Mastitis-Früherkennung auf Viertelebene während des gesamten Melkprozesses in Echtzeit. Da die Messung mit einem rein physikalischen Messverfahren erfolgt, ist der Sensor besonders wartungsarm und kommt ohne zusätzliche Verbrauchsmaterialien aus. [65]

Die Klauen sind ebenfalls ein entscheidender Gesundheitsfaktor der Kuh. Hier entwickeln sich auch neue präventive Erkennungs- und Behandlungssysteme. Im Anschluss an den Melkstand wird dabei die Kuh identifiziert, ihre Klauen in einem Wasserbad per Ultraschall [66] untersucht und ihr Gewicht erfasst. Die Ergebnisse werden auf Abweichungen detektiert. Nach dem nächsten Melkstandbesuch werden auffällige Milchkühe behandelt. Dafür stehen dem Klauenpfleger die analysierten Daten, die Scanner Fotos und das Gewicht der Tiere digital zur Verfügung. [67] Bei einem anderen Ansatz werden die Klauengesundheit und mögliche Lahmheiten über einen 3D-Scan der Körperkondition und des Bewegungsverhaltens erfasst und bei Abweichungen behandelt. [68 bis 70]

Die zunehmende Erfassung und Verarbeitung von Gesundheitsdaten im Stall wirft auch immer mehr die Frage auf, wie diese dem Landwirt auch effektiv im Stall zur Verfügung gestellt werden sollen. Neben den Datenbanksystemen, die dem Landwirt über Smart Devices im Stall zur Verfügung gestellt werden, gibt es inzwischen auch Systeme, die mit Augmented Reality arbeiten. Dabei erfasst die Kamera in Smart Devices die Position und Blickrichtung des Landwirts und blendet in das Bild zusätzliche Informationen zum Tier aus dem Datenbestand ein. Somit können tierbezogene Daten zu Fruchtbarkeit, Gesundheit, etc. erfasst werden oder der Aufenthaltsort bestimmter Tiere gefunden werden. [71; 72]

Entscheidend ist aber dabei, dass der Landwirt nicht den Kontakt zum Tier verliert, sondern die Technik als Möglichkeit nutzt, das individuelle Tier optimaler zu betreuen.

Zusammenfassung

Die aktuelle ökonomische und gesellschaftliche Entwicklung bremst die Umsetzung neuer Technologien im Milchviehbereich etwas aus. Insgesamt ist aber der Trend Smart Dairy Farming in allen Bereichen zu erkennen. Im Bereich der Melktechnik gibt es nun für alle Betriebsgrößen und -typen eine entsprechend breite Auswahl an automatischen Melksystemen.

Mit dem System Orbiter hat der Landwirt auch wieder die Möglichkeit, die Vermarktung seiner Milch auch im größeren Stil wieder selbst in die Hand zu nehmen.

In der automatisierten Fütterungstechnik zeichnet sich die gleiche Entwicklung wie bei der automatischen Melktechnik in den letzten Jahren ab. Das Angebot wird breiter und individueller und die Lücken bei Systemkomponenten werden geschlossen.

Das sensorgestützte Gesundheitsmanagement bei Milchkühen wird immer umfangreicher. Durch die Vernetzung der einzelnen Sensoren werden die Ergebnisse umfangreicher und genauer. Durch die Anwendung neuer Systeme wie z.B. Augmented Reality wird die Datenflut komprimiert und dem Landwirt effektiv im Tierbereich zur Verfügung gestellt.

Literatur

- [1] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Bericht zur Markt- und Versorgungslage mit Milch und Milcherzeugnissen. URL – <https://www.ble.de> - Zugriff am 21.01.2019.
- [2] Börgermann, B.: Milchmarkt 2018 - Milchangebot aktuell über der Nachfrage. Pressemitteilung 23.01.2018 Milchindustrieverband. URL – <https://milchindustrie.de/pressemitteilungen/milchmarkt-2018> - Zugriff am 29.01.2019.
- [3] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Verlauf der Milchpreise der letzten 36 Monate. URL – <http://www.bmel-statistik/preise/preise-milch/> - Zugriff am 21.01.2019.
- [4] Tjong, S.: Bauern bleiben auf Bio-Milch sitzen. URL – <https://www.welt.de/regionales/bayern/article178897768/Landwirtschaft-Bauern-bleiben-auf-Bio-Milch-sitzen.html> - Zugriff am 21.01.2019.
- [5] N.N.: Schweiz lehnt Horn-Prämie ab. Zeit-Online, 25.November 2018. URL – <https://www.zeit.de/politik/ausland/2018-11/landwirtschaft-schweiz-kuehe-hoerner-volksabstimmung-foerderung-tierschutz> - Zugriff am 21.01.2019.
- [6] N.N.: Dürfen Bauern Kälbern weiterhin die Hörner wegbrennen? Die Schweiz stimmt ab. Manager Magazin, 24.November 2018. URL – <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/artikel/hornkuh-volksabstimmung-in-der-schweiz-intitative-gegen-tierquaelerei-und-wegbrennen-von-hoernern-a-1239991.html> - Zugriff am 21.01.2019.
- [7] N.N.: Molkereikonzern DMK setzt auf Gentechnikfreie Milch. In: Süddeutsche Zeitung, 6. Januar 2018. URL – www.sueddeutsche.de/news/wirtschaft/agrar-molkereikonzern-dmk-setzt-auf-gentechnikfreie-milch-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-180106-99-523279 - Zugriff am 22.01.2019.
- [8] N.N.: Lidl setzt auf gentechnikfreie Milch. In: Focus, 10. Juli 2016. URL – www.focus.de/finanzen/news/andere-supermaerkte-sollen-folgen-lidl-setzt-auf-gentechnikfreie-milch_id_5715198.html - Zugriff am 22.01.2019.
- [9] N.N.: Goldsteig-Käserei untersagt Zulieferen Gebrauch von Glyphosat. Passauer Neue Presse, 9. Januar 2018. URL – www.pnp.de/nachrichten/bayern/2793091_Goldsteig-

- Kaesereien-untersagen-Zulieferern-Gebrauch-von-Glyphosat.html - Zugriff am 22.01.2019.
- [10] N.N.: Glyphossatausstieg - BN-Umfrage zeigt: Einige bayrische Molkereien Vorreiter - Kaniber muss handeln. Pressemitteilung BUND Naturschutz in Bayern, 10. Juli 2018.
- [11] Liste, P.: Aldi setzt Anbindehalter unter Druck. Top agrar Online 13.Mai 2017. URL – www.topagrar.com/rind/news/aldi-setzt-anbindehalter-unter-druck-9567349.html - Zugriff am 21.01.2019.
- [12] Deter, A.: Lidl will keine Milch aus Anbindeställen. Top agrar Online 27.Oktober 2015. URL – www.topagrar.com/rind/news/lidl-will-keine-milch-aus-anbindestaellen-9548254.html - Zugriff am 21.01.2019.
- [13] Zulovich, J.; Milhollin, R.; Harner, J. und Horner, J.: Automated Milking Systems for Dairy Operations. In: 10th International Livestock Environment Symposium (ILES X), Omaha, 25.-26. September 2018, Doi:10.13031/iles.18-112, 2018.
- [14] Zulovich, J.; Milhollin, R.; Harner, J. und Horner, J.: Robotic Rotary Parlor Systems for Dairy Operations. In: 10th International Livestock Environment Symposium (ILES X), Omaha, 25.-26. September 2018, Doi:10.13031/iles.18-111, 2018.
- [15] Wildridge, A. et al.: Short communication: The effect of temperature-humidity index on milk yield and milking frequency of dairy cows in pasture-based automatic milking systems. In: Journal of Dairy Science 101 (5), S. 4479-4482. Doi: 10.3168/jds.2017-13867.
- [16] Gómez, Y. et al.: Effects of milking stall dimensions on behavior of dairy cows during milking in different milking parlor types. In: Journal of Dairy Science 100, (2), 2017, S. 1331-1339. Doi: 10.3168/jds.2016-11589.
- [17] Siewert, J.; Salfer, J. und Endres, M.: Factors associated with productivity on automatic milking system dairy farms in the Upper Midwest United States. In: Journal of Dairy Science 101 (9), 2018, S. 8327-8334. Doi: 10.3168/jds.2017-14297.
- [18] Johansson, M.: Composition and enzymatic activity in bulk milk from dairy farms with conventional or robotic milking systems. In: Journal of Dairy Research 84 (2) 2017, S. 154-158. Doi: 10.1017/S0022029917000140.
- [19] Reinhold, P.: Bewertung der hygienischen Qualität von Milch beim Einsatz von automatischen Melkverfahren, Dissertation Freie Universität Berlin, 2017.
- [20] Drach, U. et al.: Automatic herding reduces labour and increases milking frequency in robotic milking. In: Biosystems Engineering 155, 2017, S. 134-141. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2016.12.010.
- [21] Lemmer, J.-E.: Effizienz und Tierwohl "vom Feinsten"!, In: Milchprofi, 2/18. URL – https://www.lemmer-fullwood.info/fileadmin/user_upload/download/LF_Milchprofi_2.2018_web.pdf - Zugriff am 8.02.2019.
- [22] N.N.: Pressematerial Lemmer-Fullwood. URL – www.lemmer-fullwood.info - Zugriff am 24.01.2019.
- [23] N.N.: Innovation Award EuroTier 2018 - Neuheiten Magazin EuroTier 2018. Hrsg.: Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft, Frankfurt, 2018.
-

- [24] N.N.: Pressemitteilung Nedap. URL – <https://www.nedap-livestockmanagement.com> - Zugriff am 8.02.2019.
- [25] N.N.: Pressemitteilung DeLaval. URL – <https://www.delaval.com> - Zugriff am 8.02.2019.
- [26] N.N.: Pressemitteilung Dairymaster. URL – <https://www.dairymaster.com/> - Zugriff am 8.02.2019.
- [27] N.N.: Pressemitteilung Lely Orbiter. URL – www.lely.com/de/pressemitteilungen/2018/08/29/lely-stellt-eine-revolution-der-milchverarbeitung/ - Zugriff am 24.01.2019.
- [28] Zäh, M.: Meine Milch kann mehr!. In: Profi 11/2018, S. 74-77.
- [29] Meltebrink, C. et al.: Vom manuellen Selbstfahrer zum autonomen Futtermischwagen: Konzept, Technologie und Sicherheit. In: 38. GIL-Jahrestagung, Kiel, 26. - 27. Februar 2018. Bericht der GIL 130. S 159-162. ISBN: 978-3-88579-672-5, 2018.
- [30] Reger, M. et al.: Challenges in modern automated Feeding Systems. In: 2018 ASABE Annual International Meeting, Detroit, 29. Juli - 1. August 2018, Paper number 1801101, Doi: 10.13031/aim.201801101, 2018.
- [31] Baillie, C. et al.: A review of the state of the art in agricultural automation. Part III: Agricultural machinery navigation systems. In: 2018 ASABE Annual International Meeting, Detroit, 29.Juli - 1.August 2018, Paper number 1800560, Doi: 10.13031/aim.201801591, 2018.
- [32] Galati, R. et al.: Survey and navigation in agricultural environments using robotic technologies. In: 14th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS), Lecce, Italy, 29 Aug.-1 Sept. 2017, Doi: 10.1109/AVSS.2017.8078477.
- [33] Wormdahl, E.: Safety system for agricultural robot. Master Thesis, Norwegian University of Life Sciences, 2017.
- [34] N.N.: Wasserbauer Siloroboter Lift. URL – <https://wasserbauer.at/fuetterungsroboter-shuttle-port-lift/lift.html> - Zugriff am 8.02.2019.
- [35] N.N.: SILOKING TruckLine e.0. URL – www.siloking.com/de/siloking-produktuebersicht/futtermischwagen-truckline - Zugriff am 8.02.2019.
- [36] N.N.: SILOKING e.0 eSilokamm. URL – www.siloking.com/de/siloking-produktuebersicht/silokamm - Zugriff am 12.02.2019.
- [37] Ruud, L. und Froknestad, Ø.: Function of automatic manure scrapers. In: 10th International Livestock Environment Symposium (ILES X), Omaha, 25.-26. September 2018, Doi:10.13031/iles.18-029, 2018.
- [38] N.N.: Prinzing Maschinenbau MultiRob. URL – www.prinzing.eu/de/entmistungstechnik - Zugriff am 12.2.2019.
- [39] Shine, P. et al.: Comparing multiple linear regression and support vector machine models for predicting electricity consumption on pasture based dairy farms. In: 2018 ASABE Annual International Meeting, Detroit, 29.Juli - 1.August 2018, Paper number 1801140, Doi:10.13031/aim.201801140, 2018.

- [40] VanZweden, B.; S Go, A. und Surbrook, T.: Developing energy use and savings indices for Michigan dairy operations. In: 2018 ASABE Annual International Meeting, Detroit, 29.Juli - 1.August 2018, Paper number 1800855. Doi:10.13031/aim.201800855, 2018.
- [41] Höhendinger, M. et al.: Einbindung externer Datenquellen und Komponenten in ein On-Farm Energiemanagementsystem. In: 38. GIL-Jahrestagung, Kiel, 26. - 27. Februar 2018. Bericht der GIL 130. S 107-110. ISBN: 978-3-88579-672-5, 2018.
- [42] Höld, M. et al.: Ansatz zur Modellierung des Durchschnittstageslastganges eines Milchviehstalles am Beispiel der Druckluftherzeugung. In: 38. GIL-Jahrestagung, Kiel, 26. - 27. Februar 2018. Bericht der GIL 130. S 111-114. ISBN: 978-3-88579-672-5, 2018.
- [43] Oberschätzl-Kopp, R. et al.: Studies on electrical energy consumption of an automatic feeding system in dairy cattle farming. In: 2018 ASABE Annual International Meeting, Detroit, 29.Juli - 1.August 2018, Paper number 1800560, Doi: 10.13031/aim.201800560, 2018.
- [44] Schmid, M.; Wörz, S. und Bernhardt, H.: Milchmengenprognose und Supply Chain Management in der Milchwirtschaft. In: 38. GIL-Jahrestagung, Kiel, 26. - 27. Februar 2018. Bericht der GIL 130. S 215-218. ISBN: 978-3-88579-672-5, 2018.
- [45] Schmid, M.; Wörz, S. und Bernhardt, H.: Ökonomischer Vergleich von Verfahrensvarianten einer Milchlogistikkette zwischen Milcherzeuger und Molkerei. In: 38. GIL-Jahrestagung, Kiel, 26. - 27. Februar 2018. Bericht der GIL 130. S 215-218. ISBN: 978-3-88579-672-5, 2018.
- [46] Paredes-Belmarac, G. et al.: The milk collection problem with blending and collection points. In: Computers and Electronics in Agriculture, 134, March 2017, S. 109-123. Doi: 10.1016/j.compag.2017.01.015.
- [47] Brinkmann, J. et al.: Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis – Rind, Hrsg.: KTBL, 2016, 60 S., ISBN 978-3-945088-26-5.
- [48] N.N.: Spinder Dairy Housing Concepts B.V. URL – www.spinder.nl - Zugriff am 12.2.2019.
- [49] N.N.: Ing. Bräuer GmbH Stalltechnik. URL – <http://www.braeuer.cc/de> - Zugriff am 12.2.2019.
- [50] Hoffmann, C. und Riekert, M.: Big Data Analytics in der Tierwohldebatte. In: 38. GIL-Jahrestagung, Kiel, 26. - 27. Februar 2018. Bericht der GIL 130. S 115-118. ISBN: 978-3-88579-672-5, 2018.
- [51] Martini, D.: Webservices auf heterogenen Datenbeständen – Methoden der Umsetzung am Beispiel der KTBL-Planungsdaten. In: 38. GIL-Jahrestagung, Kiel, 26. - 27. Februar 2018. Bericht der GIL 130. S 155-158. ISBN: 978-3-88579-672-5, 2018.
- [52] Pfeiffer, J.; Gandorfer, M. und Wendl, G.: Bewertung automatischer Brunsterkennung in der Milchviehhaltung. In: 38. GIL-Jahrestagung, Kiel, 26. - 27. Februar 2018. Bericht der GIL 130. S 183-186. ISBN: 978-3-88579-672-5, 2018.
- [53] Hanwook, C.; Jingjie, L.; Younghyun K. und Choi, C.: Continuous and Wireless Skin Contact and Ear Implant Temperature Measurements and Relations to the Core Body Temperature of Heat Stressed Dairy Cows. In: 10th International Livestock Environ-

- ment Symposium (ILES X), Omaha, 25.-26. September 2018, Doi:10.13031/iles.18-059, 2018.
- [54] Wobschall, A.: Sensorbasierte Analyse des Fress- und Wiederkauverhaltens von Kühen, Dissertation Humboldt-Universität Berlin, 2018, Doi: 10.18452/19151.
- [55] Milan, H.; Perano, K. und Gebremedhin, K.: Survey and future prospects in precision dairy farming. In: 10th International Livestock Environment Symposium (ILES X), Omaha, 25.-26. September 2018, Doi:10.13031/iles.18-053, 2018.
- [56] Shutske, J. et al.: Assessment of Digital Capacity, Needs and Access Barriers Among Crop, Dairy and Livestock Producers. In: 2018 ASABE Annual International Meeting, Detroit, 29.Juli - 1.August 2018, Paper number 1801320, Doi:10.13031/aim.201801320, 2018.
- [57] Kulatunga, C. et al.: Opportunistic Wireless Networking for Smart Dairy Farming. In: IT Professional, 19(2), March-April 2017, S. 16-23, DOI: 10.1109/MITP.2017.28, 2017.
- [58] O'Gradya, M. und O'Hareba, G.: Modelling the smart farm. In: Information Processing in Agriculture, 4(3), September 2017, S. 179-187, Doi 10.1016/j.inpa.2017.05.001, 2017.
- [59] Jawad, H. et al.: Energy-Efficient Wireless Sensor Networks for Precision Agriculture: A Review. In: Sensors 2017, 17(8), 1781; Doi 10.3390/s17081781.
- [60] N.N.: Smaxtec. URL – <https://www.smaxtec.com/smaxtec-basic-bolus-brunsterkennung-gesundheitsueberwachung/> - Zugriff am 8.02.2019.
- [61] N.N.: Smartbow. URL – www.smartbow.com/de/home.aspx - Zugriff am 14.2.2019.
- [62] N.N.: Innocow. URL – www.innocow.de - Zugriff am 14.2.2019.
- [63] N.N.: Urban. URL – <https://www.urbanonline.de/aktuelles/pressemitteilungen/details/urban-vitalcontrol-mit-dlg-silbermedaille-praemiert/> - Zugriff am 12.2.2019.
- [64] N.N.: Förster Technik Smart Thermometer. URL – <https://www.foerster-technik.de> - Zugriff am 12.2.2019.
- [65] N.N.: GEA Group DairyMilk M6850. URL – www.gea.com/de/products/dairymilk-m6850-cell-count-sensor.jsp - Zugriff am 14.2.2019.
- [66] Dostál, P.; Havlíček, Z. und Kratochvílová, L.: Use of Acoustic Emission for Testing Resistance of Hooves. In: Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun. 66 (1), 2018, S. 29-33. Doi: 10.11118/actaun201866010029.
- [67] N.N.: Schippers MS Korund. URL – www.schippers-ms.de - Zugriff am 12.2.2019.
- [68] N.N.: dsp-Agrosoft GmbH CBS System. URL – www.herde-net.de - Zugriff am 12.2.2019.
- [69] Le Cozler, Y. et al.: High-precision scanning system for complete 3D cow body shape imaging and analysis of morphological traits. In: Computers and Electronics in Agriculture, 157 2019, S. 447-453, Doi: /10.1016/j.compag.2019.01.019.
-

- [70] Salau, J. et al.: A multi-Kinect cow scanning system: Calculating linear traits from manually marked recordings of Holstein-Friesian dairy cows. In: Biosystems Engineering 157 2017, S. 92-98, Doi: 10.1016/j.biosystemseng.2017.03.001.
- [71] N.N.: Nedap Livestock CowControl. URL – www.nedap-livestockmanagement.com/dairy-farming/solutions/nedap-cowcontrol/ - Zugriff am 14.2.2019.
- [72] Yang, W. et al.: A new approach to utilize augmented reality on precision livestock farming. In: Proceeding ICAT-EGVE '17 Proceedings of the 27th International Conference on Artificial Reality and Telexistence and 22nd Eurographics Symposium on Virtual Environments, Adelaide/Australia, 22 - 24 November 2017, S. 185-188.

Autorendaten

Prof. Dr. agr. Heinz Bernhardt ist Ordinarius des Lehrstuhls für Agrarsystemtechnik der Technischen Universität München.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Bernhardt, Heinz: Technik in der Rinderhaltung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2018. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2019. S. 1-13

Zitierfähige URL / Citable URL

<https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201901211151-0>

Link zum Beitrag / Link to Article

<https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/jahrbuch-2018/chapter/rinderhaltung.html>